

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 9 月 2 日 (02.09.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/075451 A1

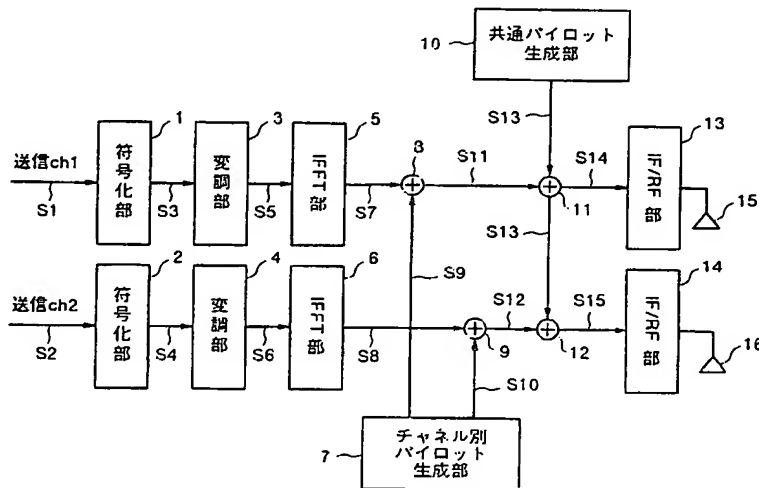
- (51) 国際特許分類⁷: H04J 15/00, 11/00, H04B 1/707, 7/04
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000733
(22) 国際出願日: 2004 年 1 月 28 日 (28.01.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2003-020515 2003 年 1 月 29 日 (29.01.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平 明徳 (TAIRA, Akinori) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 6 号 東京倶楽部ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE.

[続葉有]

(54) Title: MULTI-CARRIER RADIO COMMUNICATION SYSTEM, TRANSMISSION DEVICE, AND RECEPTION DEVICE

(54) 発明の名称: マルチキャリア無線通信システム、送信装置および受信装置



10...COMMON PILOT GENERATION SECTION
S1...TRANSMISSION ch1
1...CODING SECTION
3...MODULATION SECTION
5...IFFT SECTION
13...IF/RF SECTION
S2...TRANSMISSION ch2
2...CODING SECTION
4...MODULATION SECTION
6...IFFT SECTION
14...IF/RF SECTION
7...PER-CHANNEL PILOT GENERATION SECTION -

(57) Abstract: A communication device of a transmission side includes: a per-channel pilot generation section (7) for generating a per-channel pilot signal spread by a code orthogonal between the channels; a common pilot generation section (10) for generating a common pilot signal between a plurality of channels; and adds (8, 9, 11, 12) for arranging the user data, the common pilot signal, and the per-channel pilot signal according to a predetermined frame format, thereby generating a transmission signal for each channel. A communication device of a reception side includes: a time synchronization section (25) and a frequency synchronization section (26) for establishing timing synchronization and frequency synchronization by using the aforementioned common pilot signal; and a per-channel pilot extraction section (29) for extracting the per-channel pilot signal from the reception signal after the timing synchronization is established.

(57) 要約: 送信側の通信装置は、チャンネル別パイロット生成部 7 が、チャンネル間で直交する符号により拡散したチャンネル別パイロット信号を生成し、共通パイロット生成部 (10) が、複数のチャンネル間で共通のパイロット信号を生成し、加算器 (8), (9), (11), (12) が、ユーザデータ、共通パイロット信号

およびチャンネル別パイロット信号を規定のフレームフォーマットにしたがって配置することにより、チャンネル毎の送信信号を生成する。そして、受信側の通信装置は、時間同期部 (25) および周

[続葉有]



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

マルチキャリア無線通信システム、送信装置および受信装置

5 技術分野

この発明は、複数の送受信アンテナを備えた複数の通信装置で構成されたマルチキャリア無線通信システムに関するものであり、詳細には、最適な初期同期の確立可能なマルチキャリア無線通信システムに関するものである。

10 背景技術

以下、従来のマルチキャリア無線通信システムについて説明する。たとえば、移動体環境において広帯域信号を送受信する場合、通信装置は、周波数選択性フェージングの克服が必要となる。周波数選択性フェージングへの対応技術の一つとして、マルチキャリア無線通信システム、特に、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) が各種無線システムに採用されている。また、さらなる伝送容量の増大のために、複数アンテナを用いて2つ以上の信号を同時に伝送するMIMO (Multiple Input Multiple Output) システムが注目を集めている。

ここで、従来のMIMOシステムの送信装置および受信装置について説明する (非特許文献1参照)。ここでは、2つの送信アンテナおよび2つの受信アンテナを有する場合の構成 (2チャネル構成) を、一例として説明する。また、非特許文献1には、バースト構成が開示されており、たとえば、バースト先頭には伝送路推定用のパイロット信号 (パイロット部) がチャネル毎に付加され、その後ろにユーザデータ (ユーザデータ部) が続いている。

まず、送信装置では、各符号化部が、同時送信する2チャネル (ch 1, ch 2) のうちの自チャネルに対応するユーザデータを受け取り、誤り訂正用符号化処理を行う。そして、自チャネルに対応する符号化信号を受け取った各変調部が、

それぞれ変調処理を行い、その結果をサブキャリアに配置する。つぎに、各 I F F T (Inverse Fast Fourier Transform) 部が、自チャネルに対応するサブキャリア信号を時間信号 (O F D M 信号) に変換し、その後、ガードインターバルを付加する。

5 また、M I M O システムでは、同時送信される複数のチャネルを受信側で分離する必要があるため、各送受信アンテナ間の伝送路特性を推定するためのパイロット信号が必要となる。そこで、この送信装置では、パイロット生成部が、各チャネルに対応するパイロット信号を個別に生成し、フレームフォーマットにした
(がって各送信バーストに挿入する。

10 最後に、チャネル毎に構築されたベースバンド信号を受け取った各 I F (intermediate frequency) / R F (radio frequency) 部が、高い周波帯へのアップコンバート処理を行い、アップコンバート後の信号をアンテナから送信する。この送信は無指向で行われる。

15 一方、受信側では、各 I F / R F 部が、対応するアンテナで受信した高周波信号をベースバンド信号に変換する。このベースバンド信号は、送信された複数の信号 (c h 1、c h 2) が混じった状態である。そして、ベースバンド信号中のパイロット部分を、チャネル毎のウェイトを計算するための重み付制御部へ送信
(し、ユーザデータ部分を、対応する F F T (Fast Fourier Transform) 部に送信する。この段階では、チャネル分離がなされていないため、パイロット信号は符号分離できる形で送信される。

20 つぎに、重み付け制御部が、パイロット信号に対して逆拡散を行い、各アンテナ間の伝送路ゲインを求め、チャネル分離用のウェイトを算出する。一方で、上記各 I F / R F 部に個別に対応する F F T 部が、受け取ったユーザデータ (時間信号) を周波数軸信号 (各サブキャリア上の信号) に変換する。

25 つぎに、各 F F T 部が出力する周波数信号は複数チャネルの信号が混じった状態であるため、対応する重み付け合成部が、上記チャネル分離用のウェイトを用いて重み付け処理を行い、チャネル毎の受信信号を生成する。そして、各チャネ

ルに対応する復調部が、上記で生成した受信信号を復調し、最終的に、誤り訂正部が、チャンネル毎に誤り訂正後の受信信号を出力する。

なお、送信側で伝送路情報が既知の場合には、送信側において各チャンネルの送信時にビームフォーミングを行うことにより、さらに効率の良い伝送が可能となる（非特許文献 2 参照）。

非特許文献 1.

電子情報通信学会技術研究報告 RCS2001-135 「MIMO チャンネルにより 100 Mb/s を実現する広帯域移動通信用 SDMA-OFDM 方式の提案」

非特許文献 2.

10 電子情報通信学会技術研究報告 RCS2002-53 「MIMO チャンネルにおける固有ビーム空間分割多重 (E-SDMA) 方式」

しかしながら、上記、従来のマルチキャリア無線通信システムにおいては、下記に示す問題があった。

15 従来の MIMO システムでは、複数の信号を同時に送信するため、チャンネル分離のための伝送路推定が実行される前の構成、すなわち、初期同期系、の実現が困難となる。たとえば、MIMO システムは、直交符号で拡散されたパイロット信号で伝送路特性を推定するが、このパイロット位置を認識するためのタイミング同期、送受信装置間のローカル発振器の性能 (PLL などその他要因も含む)

20 に起因する周波数誤差を補正するための周波数同期などは、複数チャンネルが重なった状態で行わなくてはならないので、良好な通信特性が得られない場合がある。しかしながら、これまでは上記初期同期系が理想的に動作することを仮定して検討が行われていた。

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、複数アンテナを用いたマルチ

25 キャリア (キャリア数 1 の場合も含む) 通信であっても、最適な時間/周波数同期の確立により、良好な通信特性を実現可能なマルチキャリア無線通信システムを提供することを目的としている。

発明の開示

本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにあつては、複数の送受信アンテナを備えた複数の通信装置で構成されたマルチキャリア無線通信システムであつて、送信側の通信装置が、チャンネル間で直交する符号により拡散したチャンネル別既知信号を生成するチャンネル別既知信号生成手段と、複数のチャンネル間で共通の既知信号（共通既知信号）を生成する共通既知信号生成手段と、ユーザデータ、前記共通既知信号および前記チャンネル別既知信号を規定のフレームフォーマットにしたがって配置することにより、チャンネル毎の送信信号を生成する送信信号生成手段と、を備え、受信側の通信装置が、前記共通既知信号を用いてタイミング同期および周波数同期を確立する初期同期手段と、前記タイミング同期を確立後、受信信号から前記チャンネル別既知信号を抽出するチャンネル別既知信号抽出手段と、を備えることを特徴とする。

この発明によれば、送信装置が、たとえば、共通パイロット信号をバースト（送信信号）内に挿入し、受信装置が、当該共通パイロット信号を用いて時間／周波数同期を確立することにより、チャンネル分離前に必要な処理である時間／周波数の初期同期を精度よく確立できる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける送信装置の実施の形態1の構成を示す図であり、第2図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける受信装置の実施の形態1の構成を示す図であり、第3図は、実施の形態1のバーストフォーマットを示す図であり、第4図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける送信装置の実施の形態2の構成を示す図であり、第5図は、実施の形態2のバーストフォーマットを示す図であり、第6図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける送信装置の実施の形態3の構成を示す図であり、第7図は、実施の形態3のバース

トフォーマットを示す図であり、第8図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける受信装置の実施の形態4の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- 5 以下に、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システム、通信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

まず、実施の形態1のマルチキャリア無線通信システムについて説明する。

- 第1図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける送信側の
10 通信装置（以下、送信装置と呼ぶ）の実施の形態1の構成を示す図である。本実施の形態では、一例としてチャンネル数が“2”の場合を想定する。第1図において、送信装置は、送信すべきデジタル信号（ユーザデータ）S1, S2を符号化する符号化部1, 2と、符号化データS3, S4を変調する変調部3, 4と、変調信号（サブキャリア信号）S5, S6を逆FFTにより時間信号に変換し、
15 さらに、ガードインターバルを付加するIFFT（Inverse Fast Fourier Transform）部5, 6と、チャンネル毎のパイロット信号S9, S10を生成するチャンネル別パイロット生成部7と、信号S7, S8にパイロット信号S9, S10を挿入する加算器8, 9と、チャンネル間で共通のパイロット信号S13を生成する共通パイロット生成部10と、信号S11, S12にパイロット信号S13を挿入
20 する加算器11, 12と、パイロット信号付加後のベースバンド信号S14, S15を高周波帯に変換するIF（intermediate frequency）／RF（radio frequency）部13, 14と、送信アンテナ15, 16から構成される。

また、第2図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける受信側の通信装置（以下、受信装置と呼ぶ）の実施の形態1の構成を示す図である。

- 25 ここでは、上記同様、チャンネル数が“2”の場合を想定する。第2図において、受信装置は、受信アンテナ21, 22と、高周波信号をベースバンド信号S21, S22に変換するIF／RF部23, 24と、共通パイロット信号を用いてタイ

ミング同期処理を行い、時間同期情報S 2 3を生成する時間同期部2 5と、共通パイロット信号を用いて周波数同期処理を行い、周波数補正信号S 2 4を生成する周波数同期部2 6と、周波数補正信号S 2 4を用いてベースバンド信号S 2 1, S 2 2を補正する周波数補正部2 7, 2 8と、時間同期情報S 2 3を用いて周波数補正後のベースバンド信号S 2 5, S 2 6からチャンネル別のパイロット信号S 2 7, S 2 8を抽出するチャンネル別パイロット抽出部2 9と、時間信号であるベースバンド信号S 2 5, S 2 6をFFT (Fast Fourier Transform) により周波数軸上の受信信号S 2 9, S 3 0に変換するFFT部3 0, 3 1と、パイロット信号S 2 7, S 2 8からチャンネル分離用のウェイトを計算する重み付け制御部3 2, 3 3と、ウェイト情報S 3 1, S 3 2を利用してチャンネル分離を行う重み付け合成部3 4, 3 5と、分離された受信信号S 3 3, S 3 4を復調する復調部3 6, 3 7と、各復調部から出力される復調後の信号S 3 5, S 3 6の誤りを訂正し、最終的な受信信号S 3 7, S 3 8を出力する誤り訂正部3 8, 3 9から構成される。

ここで、上記マルチキャリア無線通信システムを構成する送信装置および受信装置の動作を具体的に説明する。

まず、送信装置では、符号化部1, 2が、同時送信する2チャンネル(ch 1, ch 2)のうちの自チャンネルに対応するユーザデータS 1, S 2を受け取り、誤り訂正用符号化処理を行う。そして、自チャンネルに対応する符号化データS 3, S 4を受け取った変調部3, 4が、それぞれ変調処理を行い、その結果をサブキャリアに配置する。つぎに、IFFT部5, 6が、自チャンネルに対応するサブキャリア信号S 5, S 6を時間信号(OFDM信号)に変換し、その後、ガードインターバルを付加する。

また、チャンネル別パイロット生成部7では、各チャンネルの伝送路特性推定処理を受信装置側で実現するために、アンテナに頼らず分離可能なチャンネル毎のパイロット信号S 9, S 10を生成する。これらのパイロット信号は、たとえば、チャンネル間で直交する符号により拡散する。そして、加算器8, 9が、ガードイン

ターバル付加後の信号 S 7, S 8 にパイロット信号 S 9, S 10 を挿入する。

さらに、共通パイロット生成部 10 では、伝送路推定の前処理である初期同期 (タイミング同期、周波数同期) に必要な共通パイロット信号 S 13 を生成する。このパイロット信号は、全チャネルで同一のものを使用する。そして、加算器 1
5 1, 12 が、チャネル毎パイロット信号 S 9, S 10 挿入後の信号 S 11, S 12 に共通パイロット信号 S 13 を挿入する。

第 3 図は、上記各パイロット信号挿入後のバーストフォーマットの一例を示す図である。たとえば、ユーザデータ、チャネル別パイロット、共通パイロットは、第 3 図に示すような規定のバーストフォーマットにしたがって配置される。

10 最後に、チャネル毎に構築されたベースバンド信号 S 14, S 15 を受け取った IF/RF 部 13, 14 が、高い周波帯へのアップコンバート処理を行い、アップコンバート後の信号をアンテナ 15, 16 から送信する。この送信は無指向で行われる。

一方、受信装置では、IF/RF 部 23, 24 が、対応するアンテナ 21, 2
15 2 で受信した高周波信号をベースバンド信号 S 21, S 22 に変換する。このベースバンド信号 S 21, S 22 は、送信された複数の信号 (ch1, ch2) が混じった状態である。そして、ベースバンド信号中の共通パイロット信号を、時間同期部 25, 周波数同期部 26 へ送信する。

つぎに、時間同期部 25 が、上記共通パイロット信号を用いてタイミング同期
20 を確立する。共通パイロット信号は送信側の全アンテナから同一の信号として送信されるため、各アンテナの受信信号は送信信号 (共通パイロット信号) に複素定数が乗算された形となる。たとえば、第 3 図に示すようなバーストフォーマットの場合、A の繰り返し部分を検出することによって初期タイミング同期を確立する (受信信号の自己相関を計算することにより、繰り返し部分の検出が可能と
25 なる)。

また、周波数同期部 26 では、上記共通パイロット信号を用いて送受信装置間の周波数誤差を補正するための周波数補正信号 S 24 を生成する。一般的に、送

受信装置間の周波数誤差は、各装置のローカル発振器が有する誤差が主要因であり、全チャンネルでほぼ等しい周波数誤差を有すると考えられる。したがって、たとえば、第3図に示すような共通パイロット信号の繰り返し部分により周波数誤差を検出し、補正情報を生成することで、初期周波数同期が可能となる。ここでは、周波数補正部27、28が、ダウンコンバート後のベースバンド信号S21、S22に対して周波数補正信号S24を乗算することによって周波数誤差を補正する。

つぎに、FFT部30、31が、周波数同期が確立されたベースバンド信号S25、S26（時間信号）を周波数軸信号（各サブキャリア上の信号）に変換する。一方で、チャンネル別パイロット抽出部29が、共通パイロット信号の到来位置を示す時間同期情報S23を用いて、上記ベースバンド信号S25、S26からチャンネル別パイロット信号S27、S28を抽出する。チャンネル別パイロット信号S27、S28は、主として伝送路特性の推定処理に用いられる。そして、重み付け制御部32、33が、チャンネル別パイロット信号S27、S28に対して逆拡散を行い、各アンテナ間の伝送路ゲインを求め、チャンネル分離用のウェイト情報S31、S32を算出する。

つぎに、各FFT部が出力する周波数信号は複数チャンネルの信号が混じった状態であるため、対応する重み付け合成部34、35が、上記チャンネル分離用のウェイト情報S31、S32を用いて重み付け処理を行い、チャンネル毎の受信信号S33、S34を生成する。そして、各チャンネルに対応する復調部36、37が、上記で生成した受信信号S33、S34を復調し、最終的に、誤り訂正部38、39が、復調後の信号S35、S36の誤りを訂正し、誤り訂正後の受信信号S37、S38を出力する。

このように、本実施の形態においては、送信装置が、共通パイロット信号をバースト（送信信号）内に挿入する構成とし、受信装置が、当該共通パイロット信号を用いて時間／周波数同期を確立する構成とした。これにより、チャンネル分離前に必要な処理である時間／周波数の初期同期を精度よく確立できるので、良好

な通信特性を実現できる。

なお、本実施の形態は、バースト構成を一例として示しているが、これに限らず、たとえば、連続送信を行うシステムにおいても適用可能である。また、時間／周波数同期の確立に必要なパイロット情報は、複数の受信アンテナの一部から抽出することとしてもよい。具体的には、たとえば、ベースバンド信号 S_{21} 中のパイロット情報のみを抽出して、時間／周波数同期を確立する。また、ここでは、説明の便宜上、送信装置と受信装置を用いてマルチキャリア無線通信システムの動作について説明したが、これに限らず、当該システムを構成する通信装置は、送信機能と受信機能の両方の機能を備えることとしてもよい。

つづいて、実施の形態 2 のマルチキャリア無線通信システムについて説明する。

先に説明した実施の形態 1 では、各チャネルに、共通パイロット信号として同一の信号を送信した。これに対し、実施の形態 2 では、同一の信号ではなく、同一周期の繰り返し信号を各チャネルに送信する。

第 4 図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける送信装置の実施の形態 2 の構成を示す図である。本実施の形態の送信装置は、実施の形態 1 における共通パイロット生成部 10 の代わりに、各チャネル間で同一周期を有する同一周期パイロット信号（既知信号） S_{41} 、 S_{42} を生成する同一周期パイロット生成部 41 を備える。なお、先に説明した実施の形態 1 と同様の構成については同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、上記マルチキャリア無線通信システムを構成する送信装置および受信装置の動作を具体的に説明する。なお、ここでは、実施の形態 1 と異なる動作についてのみ説明する。

送信装置では、同一周期パイロット生成部 41 が、たとえば、第 5 図に示すような複数チャネル間で同一の周期を有する同一周期パイロット信号 S_{41} 、 S_{42} を生成する。第 5 図は、実施の形態 2 のバーストフォーマットを示す図である。この例では、信号系列 A、B が同一の時間長を有し、それぞれが 4 回にわたって繰り返されている。そして、加算器 11、12 が、チャネル毎パイロット信号 S

9, S 1 0 挿入後の信号 S 1 1, S 1 2 に同一周期パイロット信号 S 4 1, S 4 2 を挿入し、パイロット信号付加後のベースバンド信号 S 4 3, S 4 4 を出力する。ベースバンド信号 S 4 3, S 4 4 は、第 5 図に示すような規定のバーストフォーマットにしたがって挿入される。

- 5 一方、受信装置では、I F / R F 部 2 3, 2 4 が、対応するアンテナ 2 1, 2 2 で受信した高周波信号をベースバンド信号 S 2 1, S 2 2 に変換する。そして、ベースバンド信号中の同一周期パイロット信号を、時間同期部 2 5, 周波数同期部 2 6 へ送信する。

- つぎに、時間同期部 2 5 が、上記同一周期パイロット信号を用いてタイミング
10 同期を確立する。実施の形態 1 では、共通パイロット信号として同一の信号を各チャンネルで送信していたが、繰り返し部分を検出する、という意味では、同一周期の信号であっても検出が可能である。第 5 図の例では、チャンネル 1 (c h 1) から送信されるパターン A とチャンネル 2 (c h 2) から送信されるパターン B とが線形加算されたパターン X を受信する。この場合、受信側でパターン A, B を
15 個別に識別することはできないが、パターン X を 4 回にわたって繰り返し受信できるため、初期時間同期の確立は可能である。

- また、周波数同期部 2 6 では、上記同一周期パイロット信号を用いて送受信装
置間の周波数誤差を補正するための周波数補正信号 S 2 4 を生成する。一般的に、
送受信装置間の周波数誤差は、各装置のローカル発振器が有する誤差が主要因で
20 あり、全チャンネルでほぼ等しい周波数誤差を有すると考えられる。したがって、たとえば、第 5 図に示すような受信信号の繰り返し部分 (パターン X) により周波数誤差を検出し、補正情報を生成することで、初期周波数同期が可能となる。

- このように、本実施の形態においては、送信装置が、同一の周期を有する既知
信号を複数のチャンネルのバースト内に挿入する構成とした。これにより、チャネ
25 ル分離前に必要な処理である時間 / 周波数の初期同期を精度よく確立できるので、良好な通信特性を実現できる。また、チャンネル毎に異なるプリアンブルコードを用いることができるため、同一周期パイロット部を他の用途と共用することが可

能である（各種モード識別など）。

つづいて、実施の形態 3 のマルチキャリア無線通信システムについて説明する。

先に説明した実施の形態 1 では、各チャネルに、共通パイロット信号として同一の信号を送信した。これに対し、実施の形態 3 では、同一の信号ではなく、同一周期の信号を各チャネルに送信する。具体的には、実施の形態 3 では、チャネル別パイロット信号をコピーして挿入することによって、複数のチャネル別パイロット信号を同一周期パイロット信号として使用する。

第 6 図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける送信装置の実施の形態 3 の構成を示す図である。本実施の形態の送信装置は、実施の形態 1 における共通パイロット生成部 10 と加算器 11, 12 を削除し、そして、チャネル別パイロット信号 S9, S10 をコピーして複数のチャネル別パイロット信号で構成された同一周期パイロット信号 S51, S52 を生成するコピー部 51, 52 を備える。なお、先に説明した実施の形態 1 または 2 と同様の構成については同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、上記マルチキャリア無線通信システムを構成する送信装置および受信装置の動作を具体的に説明する。なお、ここでは、実施の形態 1 または 2 と異なる動作についてのみ説明する。

送信装置では、コピー部 51, 52 が、チャネル別パイロット信号 S9, S10 をコピーし、複数のチャネル別パイロット信号で構成された同一周期パイロット信号 S51, S52 を生成する。第 7 図は、実施の形態 3 のバーストフォーマットを示す図である。この例では、信号系列「C, -C, C, -C」, 「C, C, C, C」が同一の時間長を有し、それぞれが 2 回にわたって繰り返されている。そして、加算器 8, 9 が、ガードインターバル付加後の信号 S7, S8 に同一周期パイロット信号 S51, S52 を挿入し、パイロット信号付加後のベースバンド信号 S53, S54 を出力する。

一方、受信装置では、時間同期部 25 が、上記同一周期パイロット信号を用いてタイミング同期を確立する。第 7 図の例では、チャネル 1 (ch1) から送信

されるパターン「C, -C, C, -C」とチャンネル2 (ch 2) から送信されるパターン「C, C, C, C」とが線形加算されたパターンを受信する。この場合、受信側で各パターンを個別に識別することはできないが、線形加算されたパターンを2回にわたって繰り返し受信できるため、初期時間同期の確立は可能である。

- 5 また、周波数同期部26では、上記同一周期パイロット信号を用いて送受信装置間の周波数誤差を補正するための周波数補正信号S24を生成する。ここでは、上記線形加算されたパターンの繰り返し部分により周波数誤差を検出し、補正情報を生成することで、初期周波数同期が可能となる。

- 10 このように、本実施の形態においては、送信装置が、チャンネル別パイロット信号をコピーして挿入することによって、複数のチャンネル別パイロット信号で構成された信号を同一周期パイロット信号として使用する構成とした。チャンネル別パイロット信号は伝送路推定に用いられるため、本信号を複数送信することにより、伝送路推定精度を向上させることができる。

つづいて、実施の形態4のマルチキャリア無線通信システムについて説明する。

- 15 第8図は、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システムにおける受信装置の実施の形態4の構成を示す図である。本実施の形態の受信装置は、実施の形態1, 2または3の構成に加えて、さらに周波数同期が確立されたベースバンド信号S25、S26（時間信号）に対して逆拡散処理を行う逆拡散部61と、逆拡散後信号S61, S62（伝送路推定用のチャンネル別パイロット信号部分：第3
20 図のCの部分に相当）を相互相関処理により検出するマッチドフィルタ部62と、チャンネルインパルスレスポンスS63, S64から先行波位置を探索する先行波探索部63を備える。また、実施の形態1～3のチャンネル別パイロット抽出部29の代わりに、先行波位置情報S65を用いてチャンネル別パイロット信号S27, S28を抽出するチャンネル別パイロット抽出部29aを備える。なお、先に説明
25 した実施の形態1, 2または3と同様の構成については同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、上記マルチキャリア無線通信システムを構成する受信装置の動作を具

体的に説明する。なお、ここでは、実施の形態 1, 2 または 3 と異なる動作についてのみ説明する。

たとえば、パイロット信号の繰り返し部分を利用したタイミング同期は、受信信号の自己相関処理となることから、雑音や遅延波の影響により精度が劣化する場合がある。そこで、実施の形態 4 では、時間同期部 25 から出力される時間同期情報 S 23 に基づいて精密タイミング同期を適用する。すなわち、共通パイロット信号の到来位置を示す時間同期情報 S 23 はある程度の誤差を持つと仮定し、時間同期情報 S 23 から推定されるチャンネル別パイロット信号の到来位置周辺について、逆拡散部 61 は、各チャンネルのチャンネル別パイロット信号の拡散符号を用いて、ベースバンド信号 S 25, S 26 に対して逆拡散処理を行う。

つぎに、マッチドフィルタ 62 が、逆拡散後信号 S 61, S 62 とチャンネル別パイロット信号部分の送信時信号との相互相関処理により、各チャンネルのチャンネルインパルスレスポンス S 63, S 64 を算出する。マルチキャリアシステムでは、通常、送信時にガードインターバルが付加されるため、一般的に同期位置として先行波位置を選択する方が、特性が向上する。したがって、ここでは、先行波探索部 63 が、チャンネルインパルスレスポンス S 63, S 64 に基づいて先行波位置を決定する。

そして、チャンネル別パイロット抽出部 29a が、先行波位置情報 S 65 に基づいて逆拡散後信号 S 61, S 62 からチャンネル別パイロット信号 S 27, S 28 を抽出する。なお、マッチドフィルタ部 62 の処理は、非常に処理が複雑であるため、時間同期情報 S 23 をもとに限られた時間範囲で処理を行うことによって、計算量を削減することができる。

このように、本実施の形態においては、受信装置が、各チャンネルのベースバンド信号の逆拡散後信号とチャンネル別パイロット信号部分の送信時信号との相互相関処理を行うことにより各チャンネルのチャンネルインパルスレスポンスを算出し、この算出結果に基づいて先行波位置を決定することによって、精度よくチャンネル別パイロット信号を抽出する構成とした。これにより、チャンネル分離前に必要な

処理である時間／周波数の初期同期をさらに精度よく確立できるので、さらに良好な通信特性を実現することができる。

産業上の利用可能性

- 5 以上のように、本発明にかかるマルチキャリア無線通信システム、送信装置および受信装置は、移動体環境において広帯域信号を送受信する通信装置として有用であり、特に、複数アンテナを用いて2つ以上の信号を同時に伝送するMIMOシステムに適している。

請 求 の 範 囲

1. 複数の送受信アンテナを備えた複数の通信装置で構成されたマルチキャリア無線通信システムにおいて、
 - 5 送信側の通信装置が、
チャネル間で直交する符号により拡散したチャネル別既知信号を生成するチャネル別既知信号生成手段と、
複数のチャネル間で共通の既知信号（共通既知信号）を生成する共通既知信号生成手段と、
 - 10 ユーザデータ、前記共通既知信号および前記チャネル別既知信号を規定のフレームフォーマットにしたがって配置することにより、チャネル毎の送信信号を生成する送信信号生成手段と、
を備え、
受信側の通信装置が、
 - 15 前記共通既知信号を用いてタイミング同期および周波数同期を確立する初期同期手段と、
前記タイミング同期を確立後、受信信号から前記チャネル別既知信号を抽出するチャネル別既知信号抽出手段と、
を備えることを特徴とするマルチキャリア無線通信システム。
 - 20
2. さらに、前記タイミング同期に関する情報に基づいて受信信号を前記直交符号で逆拡散する逆拡散手段と、
前記逆拡散後信号から各チャネルのチャネルインパルスレスポンスを計算するマッチドフィルタ手段と、
 - 25 前記チャネルインパルスレスポンスに基づいて先行波位置を決定する先行波探索手段と、
を備え、

前記チャネル別既知信号抽出手段は、

前記先行波位置を基準にチャネル別既知信号の抽出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のマルチキャリア無線通信システム。

- 5 3. 複数の送受信アンテナを備えた複数の通信装置で構成されたマルチキャリア無線通信システムにおいて、

送信側の通信装置が、

チャネル間で直交する符号により拡散したチャネル別既知信号を生成するチャネル別既知信号生成手段と、

- 10 複数のチャネル間で同一周期の繰り返し信号（同一周期既知信号）を生成する同一周期既知信号生成手段と、

ユーザデータ、前記同一周期既知信号および前記チャネル別既知信号を規定のフレームフォーマットにしたがって配置することにより、チャネル毎の送信信号を生成する送信信号生成手段と、

- 15 を備え、

受信側の通信装置が、

前記同一周期既知信号を用いてタイミング同期および周波数同期を確立する初期同期手段と、

- 20 前記タイミング同期を確立後、受信信号から前記チャネル別既知信号を抽出するチャネル別既知信号抽出手段と、

を備えることを特徴とするマルチキャリア無線通信システム。

4. さらに、前記タイミング同期に関する情報に基づいて受信信号を前記直交符号で逆拡散する逆拡散手段と、

- 25 前記逆拡散後信号から各チャネルのチャネルインパルスレスポンスを計算するマッチドフィルタ手段と、

前記チャネルインパルスレスポンスに基づいて先行波位置を決定する先行波探

索手段と、

を備え、

前記チャンネル別既知信号抽出手段は、

前記先行波位置を基準にチャンネル別既知信号の抽出することを特徴とする請求

5 の範囲第3項に記載のマルチキャリア無線通信システム。

5. 複数の送受信アンテナを備えた複数の通信装置で構成されたマルチキャリア無線通信システムにおいて、

送信側の通信装置が、

10 チャンネル間で直交する符号により拡散したチャンネル別既知信号を生成するチャンネル別既知信号生成手段と、

前記チャンネル別既知信号をコピーし、複数の同一チャンネル別既知信号で構成された複数のチャンネル間で同一周期の繰り返し信号（同一周期既知信号）を生成する同一周期既知信号生成手段と、

15 ユーザデータおよび前記同一周期既知信号を規定のフレームフォーマットにしたがって配置することにより、チャンネル毎の送信信号を生成する送信信号生成手段と、

を備え、

受信側の通信装置が、

20 前記同一周期既知信号を用いてタイミング同期および周波数同期を確立する初期同期手段と、

前記タイミング同期を確立後、受信信号から前記チャンネル別既知信号を抽出するチャンネル別既知信号抽出手段と、

を備えることを特徴とするマルチキャリア無線通信システム。

25

6. さらに、前記タイミング同期に関する情報に基づいて受信信号を前記直交符号で逆拡散する逆拡散手段と、

前記逆拡散後信号から各チャネルのチャネルインパルスレスポンスを計算する
マッチドフィルタ手段と、

前記チャネルインパルスレスポンスに基づいて先行波位置を決定する先行波探
索手段と、

5 を備え、

前記チャネル別既知信号抽出手段は、

前記先行波位置を基準にチャネル別既知信号の抽出することを特徴とする請求
の範囲第5項に記載のマルチキャリア無線通信システム。

10 7. 複数の送信アンテナを備えた送信装置（送信側の通信装置）において、
チャネル間で直交する符号により拡散したチャネル別既知信号を生成するチャ
ネル別既知信号生成手段と、

複数のチャネル間で共通の既知信号（共通既知信号）を生成する共通既知信号
生成手段と、

15 ユーザデータ、前記共通既知信号および前記チャネル別既知信号を規定のフレ
ームフォーマットにしたがって配置することにより、チャネル毎の送信信号を生
成する送信信号生成手段と、

を備えることを特徴とする送信装置。

20 8. 複数の送信アンテナを備えた送信装置（送信側の通信装置）において、
チャネル間で直交する符号により拡散したチャネル別既知信号を生成するチャ
ネル別既知信号生成手段と、

複数のチャネル間で同一周期の繰り返し信号（同一周期既知信号）を生成する
同一周期既知信号生成手段と、

25 ユーザデータ、前記同一周期既知信号および前記チャネル別既知信号を規定の
フレームフォーマットにしたがって配置することにより、チャネル毎の送信信号
を生成する送信信号生成手段と、

を備えることを特徴とする送信装置。

9. 複数の送信アンテナを備えた送信装置（送信側の通真装置）において、
チャンネル間で直交する符号により拡散したチャンネル別既知信号を生成するチャ
ネル別既知信号生成手段と、

前記チャンネル別既知信号をコピーし、複数の同一チャンネル別既知信号で構成
された複数のチャンネル間で同一周期の繰り返し信号（同一周期既知信号）を生成
する同一周期既知信号生成手段と、

- ユーザデータおよび前記同一周期既知信号を規定のフレームフォーマットにし
たがって配置することにより、チャンネル毎の送信信号を生成する送信信号生成手
段と、

を備えることを特徴とする送信装置。

10. 複数の受信アンテナを備えた受信装置（受信側の通信装置）において、
複数のチャンネル間で共通の既知信号（共通既知信号）を用いてタイミング同期
および周波数同期を確立する初期同期手段と、

前記タイミング同期を確立後、受信信号から、チャンネル間で直交する符号によ
り拡散されたチャンネル別既知信号を抽出するチャンネル別既知信号抽出手段と、
を備えることを特徴とする受信装置。

20

11. さらに、前記タイミング同期に関する情報に基づいて受信信号を前記直
交符号で逆拡散する逆拡散手段と、

前記逆拡散後信号から各チャンネルのチャンネルインパルスレスポンスを計算する
マッチドフィルタ手段と、

- 25 前記チャンネルインパルスレスポンスに基づいて先行波位置を決定する先行波探
索手段と、

を備え、

前記チャネル別既知信号抽出手段は、

前記先行波位置を基準にチャネル別既知信号の抽出することを特徴とする請求の範囲第10項に記載の受信装置。

- 5 12. 複数の受信アンテナを備えた受信装置（受信側の通信装置）において、
 複数のチャネル間で同一周期の繰り返し信号（同一周期既知信号）を用いてタイ
 ミング同期および周波数同期を確立する初期同期手段と、
 前記タイミング同期を確立後、受信信号から、チャネル間で直交する符号によ
 り拡散されたチャネル別既知信号を抽出するチャネル別既知信号抽出手段と、
10 を備えることを特徴とする受信装置。

13. さらに、前記タイミング同期に関する情報に基づいて受信信号を前記直
交符号で逆拡散する逆拡散手段と、

- 15 前記逆拡散後信号から各チャネルのチャネルインパルスレスポンスを計算する
 マッチドフィルタ手段と、

 前記チャネルインパルスレスポンスに基づいて先行波位置を決定する先行波探
索手段と、

 を備え、

 前記チャネル別既知信号抽出手段は、

- 20 前記先行波位置を基準にチャネル別既知信号の抽出することを特徴とする請求
 の範囲第12項に記載の受信装置。

14. 複数の受信アンテナを備えた受信装置（受信側の通信装置）において、

- 複数個の同一チャネル別既知信号で構成された複数のチャネル間で同一周期の
25 繰り返し信号（同一周期既知信号）を用いてタイミング同期および周波数同期を
 確立する初期同期手段と、

 前記タイミング同期を確立後、受信信号から、チャネル間で直交する符号によ

り拡散されたチャネル別既知信号を抽出するチャネル別既知信号抽出手段と、
を備えることを特徴とする受信装置。

15. さらに、前記タイミング同期に関する情報に基づいて受信信号を前記直
5 交符号で逆拡散する逆拡散手段と、

前記逆拡散後信号から各チャネルのチャネルインパルスレスポンスを計算する
マッチドフィルタ手段と、

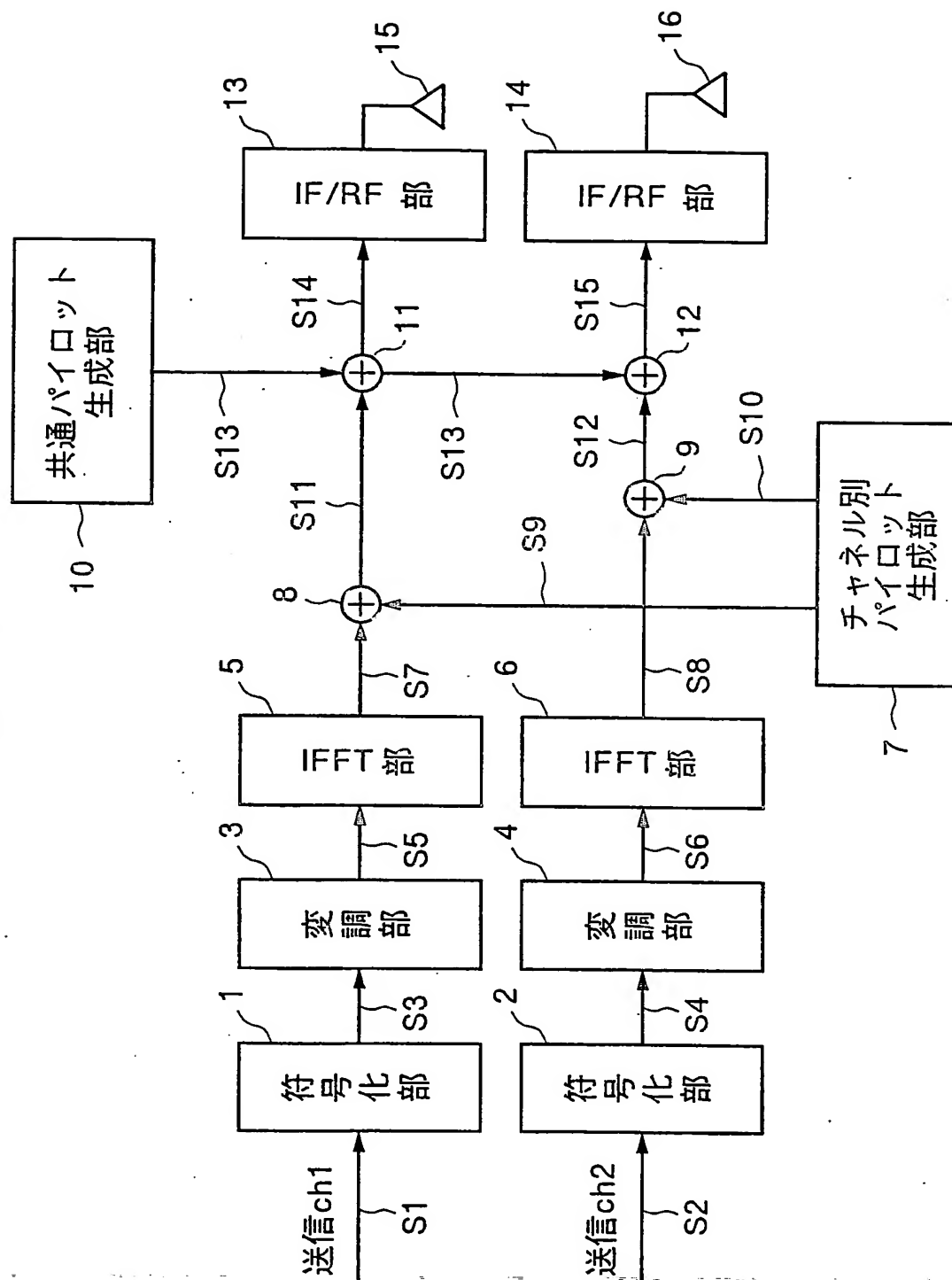
前記チャネルインパルスレスポンスに基づいて先行波位置を決定する先行波探
索手段と、

- 10 を備え、

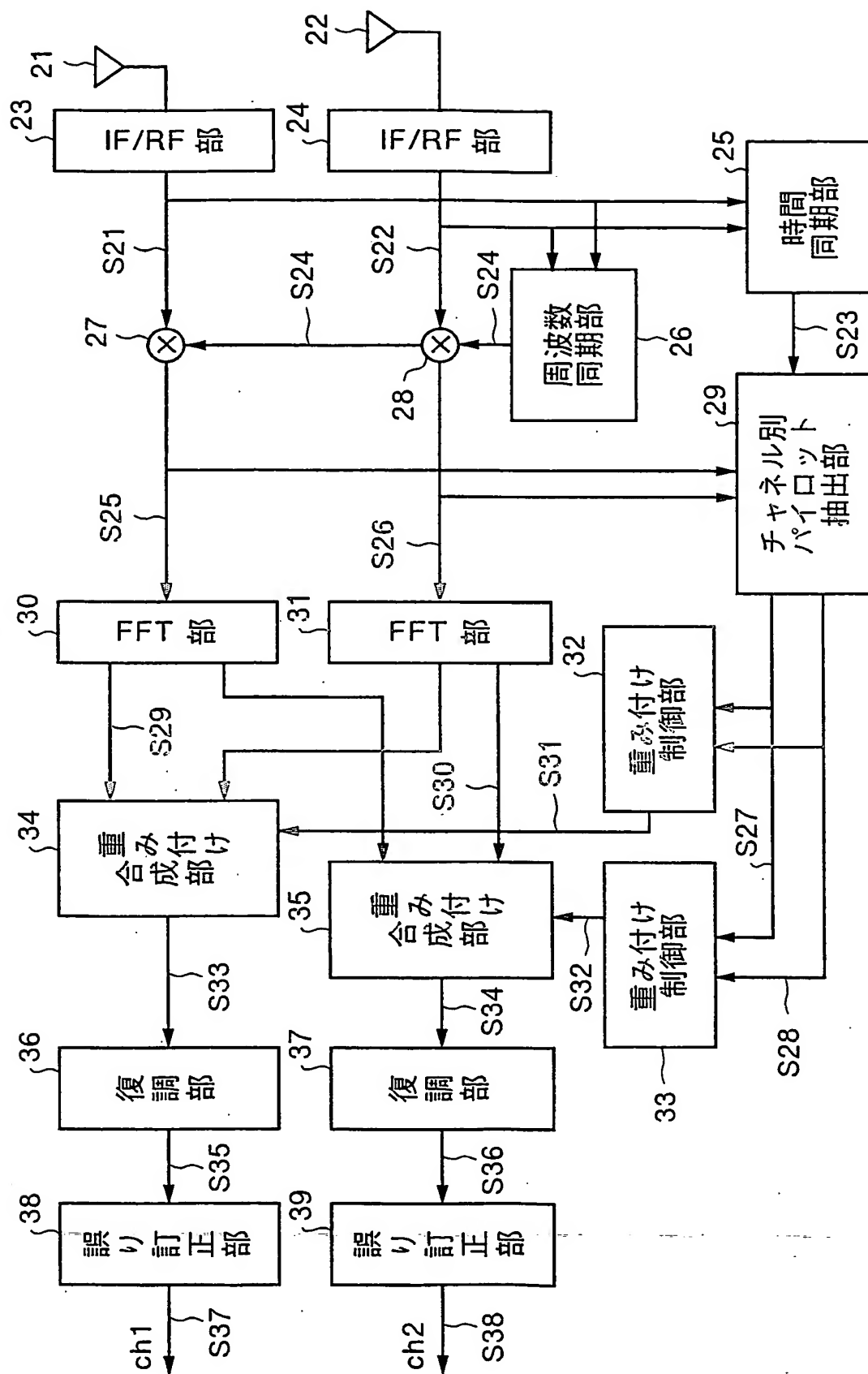
前記チャネル別既知信号抽出手段は、

前記先行波位置を基準にチャネル別既知信号の抽出することを特徴とする請求
の範囲第14項に記載の受信装置。

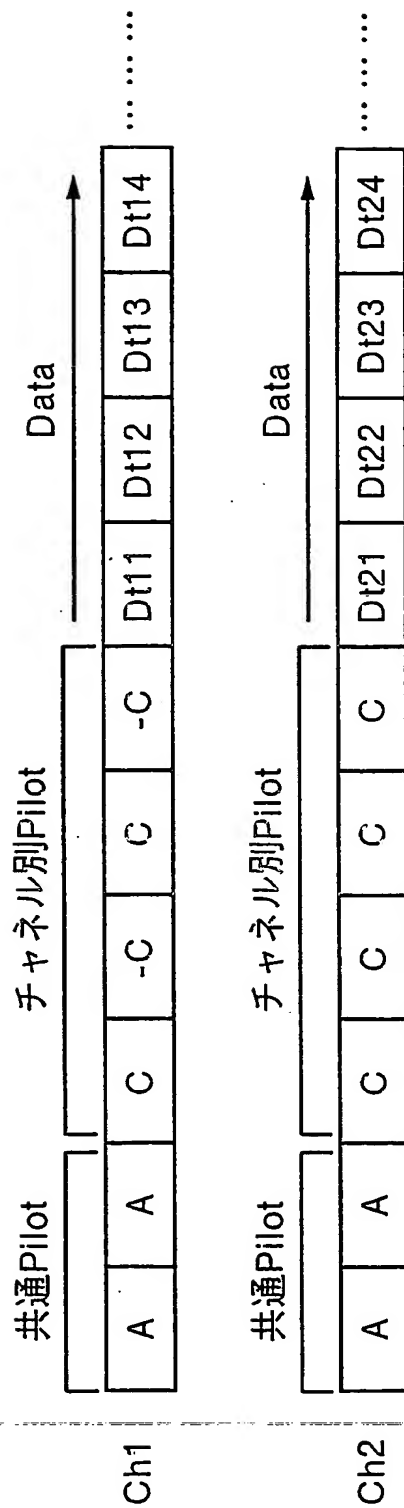
第1図



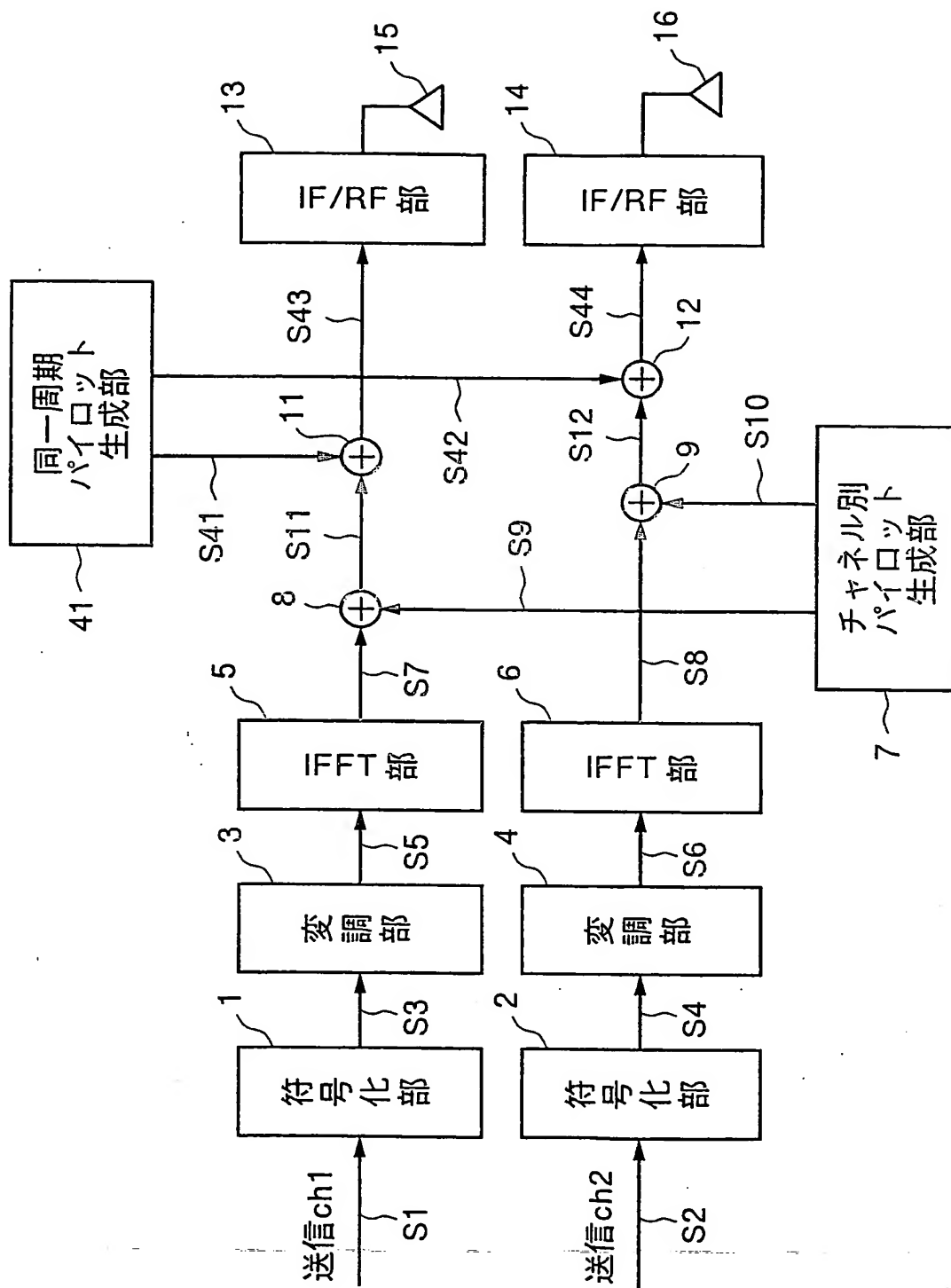
第2図



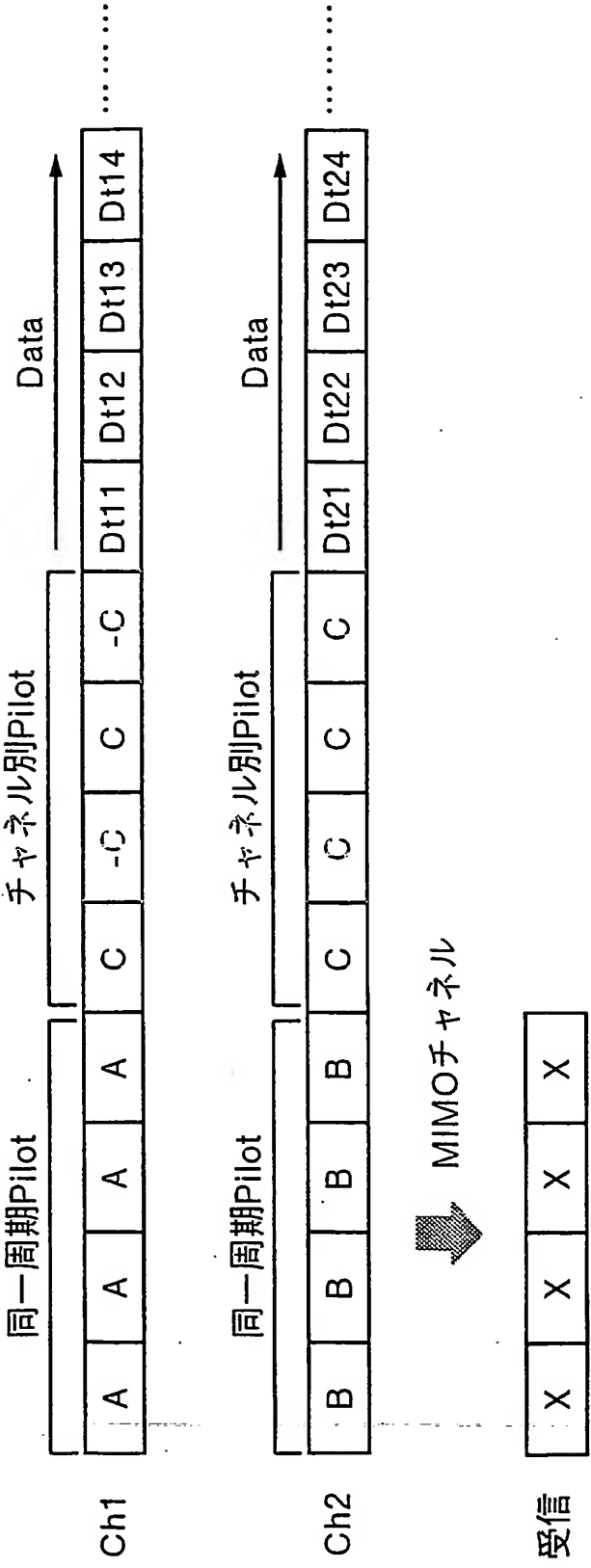
第3図



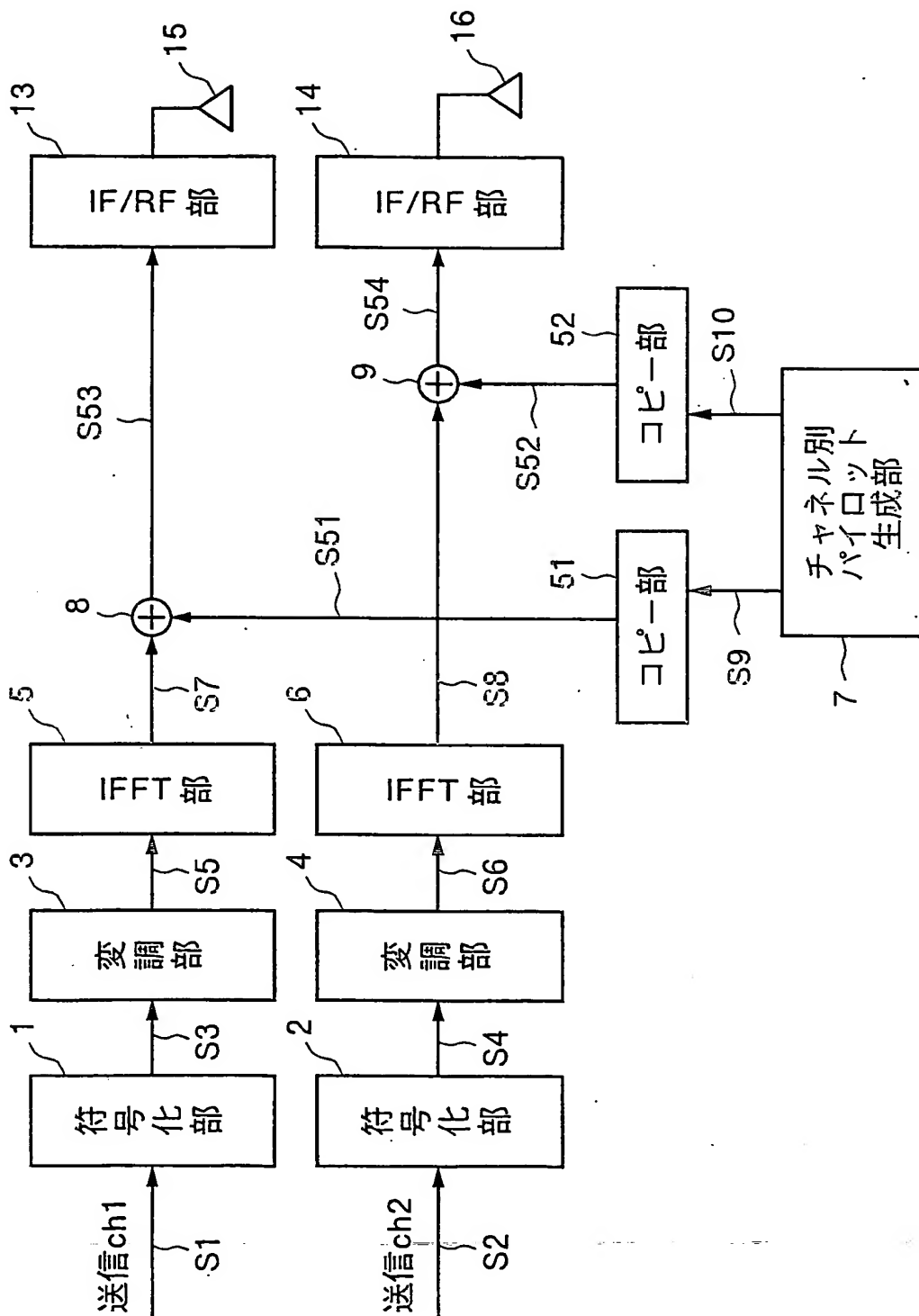
第4図



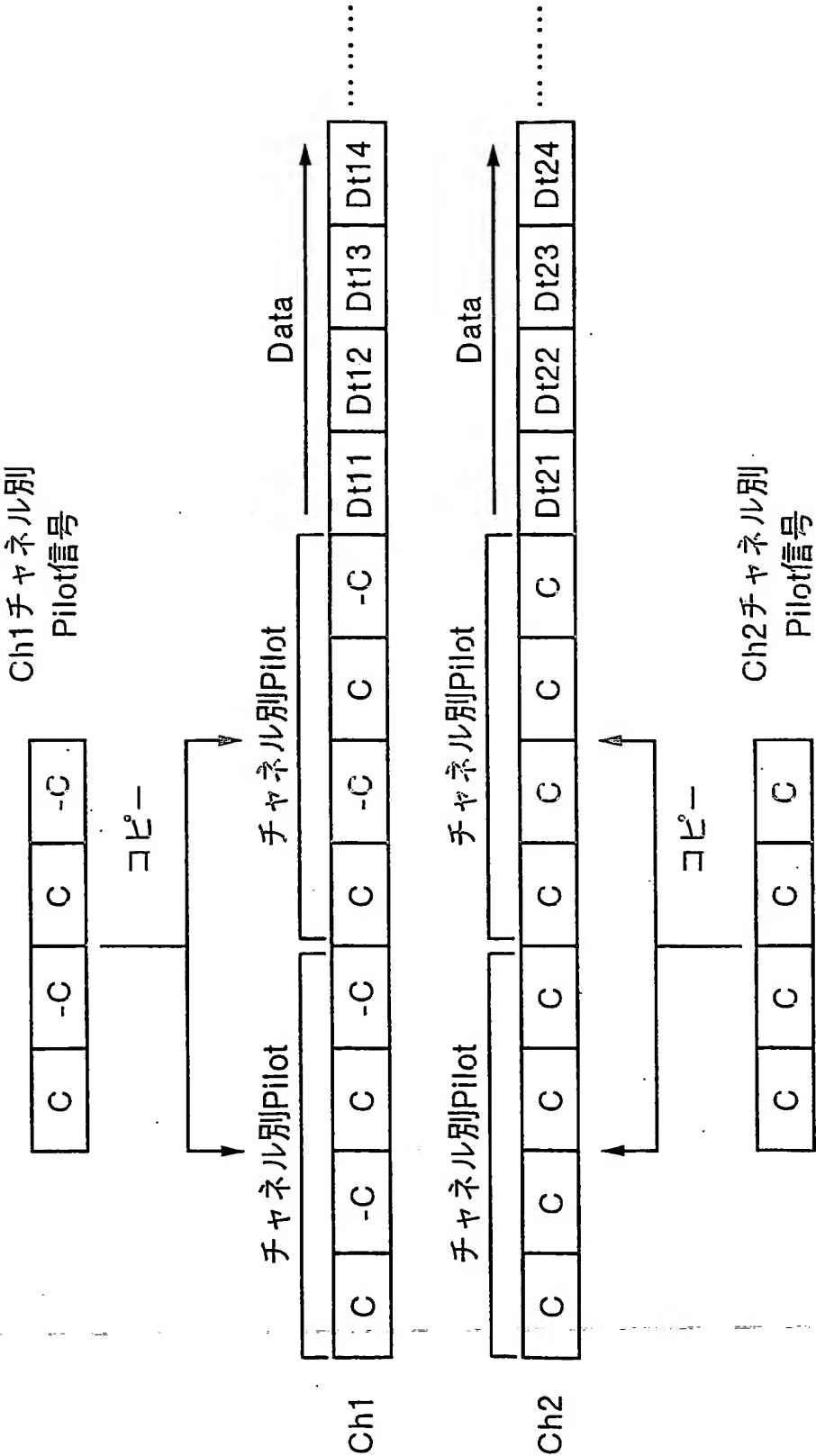
第5図

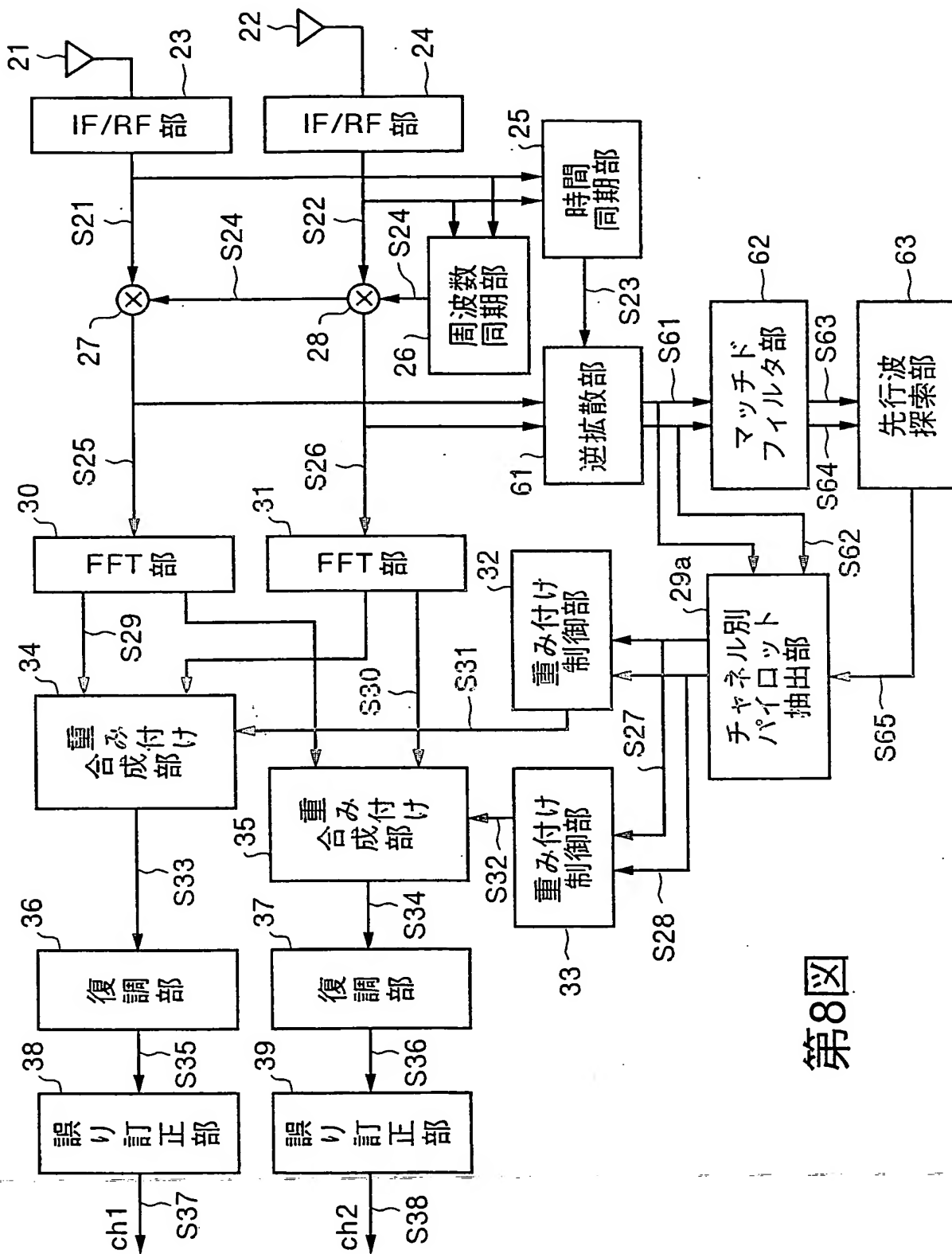


第6図



第7図





第8図